

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي هدانا لهذا
ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین
دانشکده بهداشت

عنوان :

بررسی گازهای معدنی مولد بو در تصفیه خانه و شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین و ارائه راهکارهای کنترل آن

استاد راهنما: دکتر حمزه علی جمالی
اساتید مشاور:

دکتر حمید کاریاب، دکتر محمد مهدی امام جمعه
ارائه دهنده: علی آرزومند

۱- مقدمه و اهداف

مقدمه:

- ❖ در بین مواد آلوده کننده هوا، مواد بد بو به خاطر اثرات ناخوشایند بیشتر موجب توجه قرار می گیرند.
- ❖ بو در اصطلاح علمی به عنوان احساس ناشی از دریافت محرک های سیستم حس بویایی تعریف می شود.
- ❖ اصلی ترین مواد معدنی با بوی نامطبوع شامل سولفید هیدروژن و آمونیاک می باشند که یکی از دلایل اصلی نارضایتی همسایگان واحدهای تصفیه فاضلاب انتشار بوی بد از این مواد است.

سولفید هیدروژن

بدون رنگ و دارای بوی نامطبوع شبیه بوی تخم مرغ گندیده.

استاندارد توصیه شده EPA برای حداکثر مجاز یک ساعته آن ۰/۱۴ قسمت در میلیون (ppm) می باشد.

حد آستانه بوی سولفید هیدروژن بین ۰/۰۰۰۴۷ تا ۴/۶ قسمت در میلیون (ppm) می باشد.

آمونیاک

گازی بی رنگ، با بوی تند و نافذ می باشد.

استاندارد توصیه شده EPA برای آن ۰/۱۳ قسمت در میلیون (ppm) می باشد.

حد آستانه بوی آمونیاک بین ۱ تا ۴۶/۸ قسمت در میلیون (ppm) می باشد.

تحریک و التهاب چشم و
ملتحمه

اثرات سولفید هیدروژن بر انسان

در غلظت های بالا زمینه
ساز ادم تنفسی، کوتاهی
تنفس و مرگ

در مواجهه با غلظت های
پایین، ایجاد سر درد، خستگی،
گیجی، بی قراری و از دست
رفتن میل جنسی

تحریک پوست و التهاب چشم

**اثرات
آمونیاک بر
انسان**

در اثر مواجهه با حجم زیاد می‌تواند
سبب مرگ شود

تحریکات سیستم تنفسی از جمله
تحریک گلو، ایجاد سرفه، علائم
شدید تنفسی، ادم ریوی و
پنومونی

هدف اصلی پژوهش

تعیین گاز های معدنی مولد بو در تصفیه خانه و شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین
و ارائه راهکارهای کنترل بو

اهداف فرعی

❖ تعیین نقاط با بالاترین پتانسیل ایجاد بو در تصفیه خانه و شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین

❖ تعیین غلظت آمونیاک و سولفید هیدروژن در شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین

❖ تعیین غلظت آمونیاک و سولفید هیدروژن در تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین

❖ تعیین منطقه بندی بوی تولیدی براساس غلظت و تعیین نقاط هم بو در شبکه جمع آوری

و اطراف تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین با کمک نرم افزار Arc GIS

هدف کاربردی

ارائه راهکارهای اجرایی برای کنترل بو در شبکه جمع آوری و اطراف تصفیه خانه فاضلاب
شهر قزوین

سؤال های پژوهش

- ❖ ۱- آیا غلظت آمونیاک در اطراف تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین بالاتر از استاندارد است؟
- ❖ ۲- آیا غلظت آمونیاک در شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین بالاتر از استاندارد است؟
- ❖ ۳- آیا غلظت سولفید هیدروژن در اطراف تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین بالاتر از استاندارد است؟
- ❖ ۴- آیا غلظت سولفید هیدروژن در شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین بالاتر از استاندارد است؟

۲- بررسی متون

کاپلی و همکاران در سال ۲۰۰۹ در ایتالیا، فاکتورهای انتشار بو از چند تصفیه خانه فاضلاب را بررسی نمودند.

- آنها دریافتند منبع اصلی بو در تصفیه خانه فاضلاب توسط واحد ته نشینی اولیه می باشد.
- براساس نتایج، میزان تولید و انتشار گازهای بودار به نسبت اندازه سطح تصفیه خانه افزایش می یابد.
- همچنین دریافتند که میزان بوی فاضلاب طی فرایند تصفیه بیولوژیکی کاهش می یابد.

سون و همکاران در سال ۲۰۰۹ در تصفیه خانه فاضلاب شهر سئول کره جنوبی انتشار گازهای مولد بو را بررسی نمودند.

- نمونه برداری از هوا در واحد های مختلف تصفیه خانه در فصول مختلف در زمان های صبح و عصر انجام شد.
- براساس نتایج در فصل تابستان مقدار بالاتری از ترکیبات بودار در مقایسه با فصل زمستان انتشار یافته اند.
- در حوضچه ته نشینی اولیه غلظت ترکیبات بودار بیشتر از واحد های دیگر بوده است و واحدهای حوضچه هوادهی و حوضچه ته نشینی ثانویه در درجه بعدی قرار دارند.

کیم و همکاران در سال ۲۰۱۲ در شهر سئول در کشور کره جنوبی روش های کنترل بو در شبکه جمع آوری فاضلاب این شهر را بررسی نمودند.

- بررسی در مناطق شلوغ و تجاری شهر به علت وجود بیشتر هتل ها و رستوران ها و سازمان های دولتی که پیک تولید فاضلاب وجود داشته است انجام شد.
- یکی از مسائل عمده در ارتباط با سیستم مشترک جمع آوری فاضلاب بوی ساطع شده از منهول ها است. آنها از چند عامل جهت کنترل بو استفاده کردند.
- نمونه برداری از گازهای منشر شده در دهانه منهول ها، در دو مرحله قبل و بعد از استفاده از عامل کنترل کننده بو انجام شد.
- براساس نتایج، اکسیداسیون شیمیایی در کنترل بو مؤثرتر بوده است.

۳- روش پژوهش

مراحل اجرای تحقیق

بازدیدهای میدانی

شناسایی مناطق مولد بو

تعیین ایستگاه های نمونه برداری در اطراف تصفیه خانه

تعیین ایستگاه های نمونه برداری در نقاط مختلف شبکه جمع آوری فاضلاب (رابطه پومروی)

نمونه برداری

قرائت و آنالیز با اسپکتروفتومتر

رابطه پومروی

$$S_2 = S_1 + (M) (T) \{ \text{EBOD} (D/4 + 1/57) \}$$

S_2 : غلظت سولفید پیش بینی شده در زمان t_2 ، mg/l

S_1 : غلظت سولفید در زمان t_1 ، mg/l

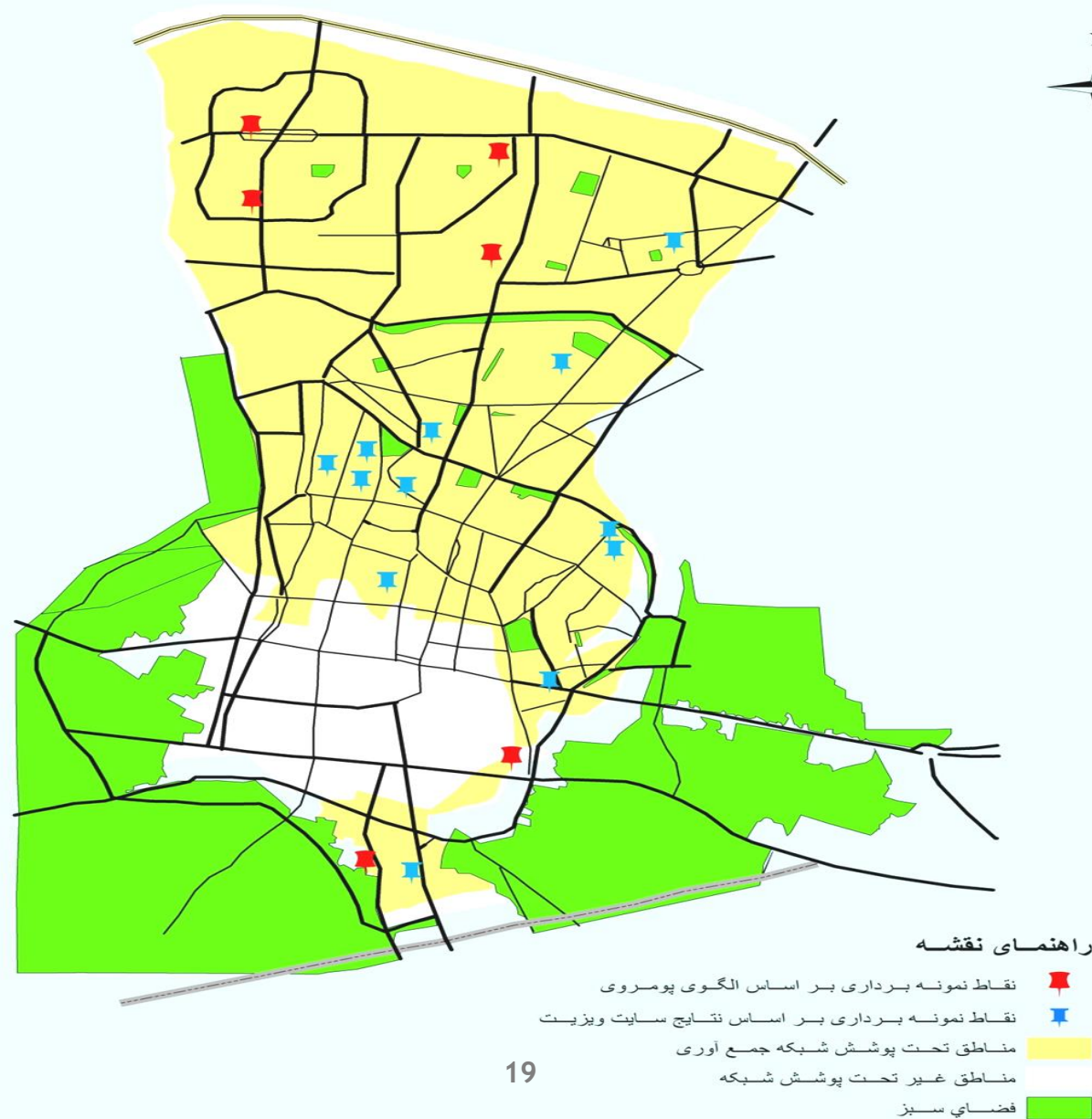
$D/4$: شعاع هیدرولیکی

$t_2 - t_1 = T$: زمان جریان در یک فاضلابرو تا رسیدن به شیب ثابت، قطر و جریان ثابت بر حسب ساعت. (hr)

M : ضریب ثابت مخصوص سولفید ، بر حسب m/hr

D : قطر لوله بر حسب ft

ایستگاه های نمونه برداری در شبکه جمع آوری فاضلاب



نمونه برداری در فصول مختلف سال و زمانهای مختلف (قبل از طلوع خورشید و بعد از ظهر)، در مکانهای مختلف در شبکه جمع آوری (بالا دست و پایین دست) و شعاعهای مختلف در محل تصفیه خانه انجام شد.

لازم به ذکر است که نمونه برداری در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین، و به وسیله پمپهای LWS انجام شد.



تعداد نمونه ها

تعداد ۱۹۲ عدد نمونه از پیرامون تصفیه خانه

تعداد ۱۶۰ نمونه از شبکه جمع آوری فاضلاب

چارت اندازه گیری سولفید هیدروژن به روش متیلن بلو

کالیبراسیون پمپ

ایمپینجر حاوی 45 ml
محلول جاذب سولفات
کادمیوم و هیدروکسید

نمونه برداری با دبی
 $1 - 1.5 \text{ L/min}$

حمل به آزمایشگاه

اضافه کردن 0.6 ml
معرف
(اسید سولفوریک)

اضافه کردن کلرید آهن
III

30 دقیقه جهت
تکمیل واکنش
صبر می کنیم

قرائت با اسپکتروفتومتر
در طول موج 670 nm



چارت اندازه گیری آمونیاک به روش ایندوفنل



۴- یافته ها

یافته های مربوط به گاز آمونیاک و سولفید
هیدروژن در اطراف تصفیه خانه فاضلاب

جدول شماره-۱- میانگین غلظت گاز سولفید هیدروژن و آمونیاک برای ایستگاه های مختلف اطراف تصفیه خانه فاضلاب

ردیف	محل نمونه برداری	میانگین غلظت سولفید هیدروژن (ppm)	میانگین غلظت آمونیاک (ppm)
۱	صفر کیلومتر شمال تصفیه خانه	۰/۲۸۱۸۴	۱/۰۷۳۵۷۸
۲	دو کیلومتر شمال تصفیه خانه	۰/۰۰۶۰۲	۰/۸۷۳۷۶۳
۳	چهار کیلومتر شمال تصفیه خانه	۰/۰۰۵۰۵۹	۰/۲۷۲۵۸۳
۴	صفر کیلومتر جنوب تصفیه خانه	۰/۲۲۴۰۵۸	۰/۹۶۳۷۷۶
۵	دو کیلومتر جنوب تصفیه خانه	-	۰/۴۳۹۷۹۹
۶	چهار کیلومتر جنوب تصفیه خانه	-	۰/۱۱۹۹۳۵
۷	صفر کیلومتر شرق تصفیه خانه	۰/۱۰۲۸۷۶	۰/۷۹۸۳۸۷
۸	دو کیلومتر شرق تصفیه خانه	-	۰/۳۲۰۳۸۴
۹	چهار کیلومتر شرق تصفیه خانه	۰/۰۰۸۴۳۲	۰/۳۴۷۹۰۴
۱۰	صفر کیلومتر غرب تصفیه خانه	۰/۲۰۷۱۴۵	۱/۲۶۶۸
۱۱	دو کیلومتر غرب تصفیه خانه	۰/۰۸۰۷۹۶	۰/۶۹۵۴۰۹
۱۲	چهار کیلومتر غرب تصفیه خانه	-	۰/۲۶۲۴۷۷

یافته های مربوط به گاز آمونیاک

و

سولفید هیدروژن در شبکه جمع آوری

فاضلاب

جدول شماره-۲- میانگین غلظت گاز سولفید هیدروژن و آمونیاک در ایستگاه های مختلف شبکه جمع آوری فاضلاب

ردیف	محل نمونه برداری	میانگین غلظت سولفید هیدروژن (ppm)	میانگین غلظت آمونیاک (ppm)
۱	بنیاد	۰/۱۹۸۷۲۲	۰/۶۷۱۳۷۱
۲	عمران	۰/۱۸۶۸۶	۰/۶۹۴۱۱۷
۳	خیابان دانشگاه	۰/۰۸۵۱۶۸	۰/۲۴۰۵۲۵
۴	راه آهن	۰/۳۴۸۰۳۶	۰/۵۱۷۸۵۹
۵	بلوار دانشگاه بین الملل	-	۰/۱۶۵۷
۶	کوثر	-	۰/۱۶۵۶۸۶
۷	میتودر	۰/۰۲۶۱۴۱	۰/۱۶۳۱۱۱
۸	ولی عصر	-	۰/۱۵۸۵۸۵
۹	سرداران	-	۰/۱۵۳۰۵۵
۱۰	هادی آباد	۰/۰۰۹۲۲۵	۰/۳۷۳۰۳۷

آنالیز آماری

رابطه آماری بین اختلاف غلظت سولفید
هیدروژن و آمونیاک در فصول مختلف در شبکه
جمع آوری و تصفیه خانه فاضلاب

❖ نتایج آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) نشان می دهد که اختلاف میانگین غلظت گاز سولفید هیدروژن در تصفیه خانه در فصول مختلف معنی دار بوده است.

$(P\text{-Value} = ۰/۰۰۴)$

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظتها در فصول مختلف برای سولفید هیدروژن در تصفیه خانه با آزمون تعقیبی توکی

P-Value		میانگین غلظت سولفید هیدروژن (ppm)	فصل
+۰/۰۵۱	تابستان	+۰/۰۵۱۹۵۷	بهار
+۰/۹۱۱	پاییز		
+۰/۸۶۳	زمستان		
+۰/۰۵۱	بهار	+۰/۲۴۱۴۴۹	تابستان
+۰/۰۰۹	پاییز		
+۰/۰۰۷	زمستان		
+۰/۹۱۱	بهار	+۰/۰۰۸۶۴۹	پاییز
+۰/۰۰۹	تابستان		
+۰/۹۹۹	زمستان		
+۰/۸۶۳	بهار	+۰/۰۰۰۳۱۵	زمستان
+۰/۰۰۷	تابستان		
+۰/۹۹۹	پاییز		

❖ نتایج تحلیل واریانس نشان داد که اختلاف میانگین غلظت گاز سولفید هیدروژن در شبکه جمع آوری فاضلاب در فصول مختلف معنی دار است.

(P-Value = ۰/۰۰۶).

جدول ۴- مقایسه میانگین غلظتها در فصول مختلف برای سولفید هیدروژن در شبکه جمع آوری فاضلاب با آزمون تعقیبی توکی

P-Value		میانگین غلظت سولفید هیدروژن (ppm)	فصل
۰/۰۴۲	تابستان	۰/۰۴۵۴۳۵	بهار
۰/۹۶۷	پاییز		
۰/۹۵۶	زمستان		
۰/۰۴۲	بهار	۰/۲۱۶۸۸۲	تابستان
۰/۰۱۳	پاییز		
۰/۰۱۲	زمستان		
۰/۹۶۷	بهار	۰/۰۰۴۴۴۸۵	پاییز
۰/۰۱۳	تابستان		
۱	زمستان		
۰/۹۵۶	بهار	۰	زمستان
۰/۰۱۲	تابستان		
۱	پاییز		

➤ بر اساس آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) اختلاف میانگین غلظت گاز آمونیاک در تصفیه خانه فاضلاب در فصول مختلف معنی دار بوده است.
(P-Value = ۰/۰۱۱).

جدول - ۵ - مقایسه میانگین غلظتها در فصول مختلف برای آمونیاک در تصفیه خانه با آزمون

تعقیبی توکی

P-Value		میانگین غلظت آمونیاک (ppm)	فصل
۰/۵۷۳	تابستان	۰/۷۲۰۵۹۶	بهار
۰/۴	پاییز		
۰/۲۹۶	زمستان		
۰/۵۷۳	بهار	۰/۹۷۲۵۹۵	تابستان
۰/۰۳۱	پاییز		
۰/۰۱۸	زمستان		
۰/۴	بهار	۰/۴۱۲۱۴۶	پاییز
۰/۰۳۱	تابستان		
۰/۹۹۷	زمستان		
۰/۲۹۶	بهار	۰/۳۷۲۷۶۳	زمستان
۰/۰۱۸	تابستان		
۰/۹۹۷	پاییز		

* طبق آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) اختلاف میانگین غلظت گاز آمونیاک در فصول مختلف در شبکه جمع آوری فاضلاب معنی دار بوده است.

(P-Value = ۰/۰۰۱)

جدول ۶- مقایسه میانگین غلظت‌ها در فصول مختلف برای آمونیاک در شبکه جمع آوری فاضلاب با

آزمون تعقیبی توکی

P-Value		میانگین غلظت آمونیاک (ppm)	فصل
۰/۶۰۵	تابستان	۰/۴۴۵۸۶۶	بهار
۰/۰۷۱	پاییز		
۰/۱۲۲	زمستان		
۰/۶۰۵	بهار	۰/۶۰۶۵۱۷	تابستان
۰/۰۰۳	پاییز		
۰/۰۰۶	زمستان		
۰/۰۷۱	بهار	۰/۱۱۷۶۷۷	پاییز
۰/۰۰۳	تابستان		
۰/۹۹۴	زمستان		
۰/۱۲۲	بهار	۰/۱۵۰۹۸۴	زمستان
۰/۰۰۶	تابستان		
۰/۹۹۴	پاییز		

رابطه آماری بین اختلاف غلظت سولفید
هیدروژن و آمونیاک در ایستگاه های مختلف
نمونه برداری در شبکه جمع آوری و تصفیه خانه
فاضلاب

* طبق آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) رابطه بین اختلاف غلظت گاز آمونیاک در ایستگاه های مختلف نمونه برداری در شبکه جمع آوری فاضلاب شهری معنی دار است.

(P-Value = ۰/۰۰۱)

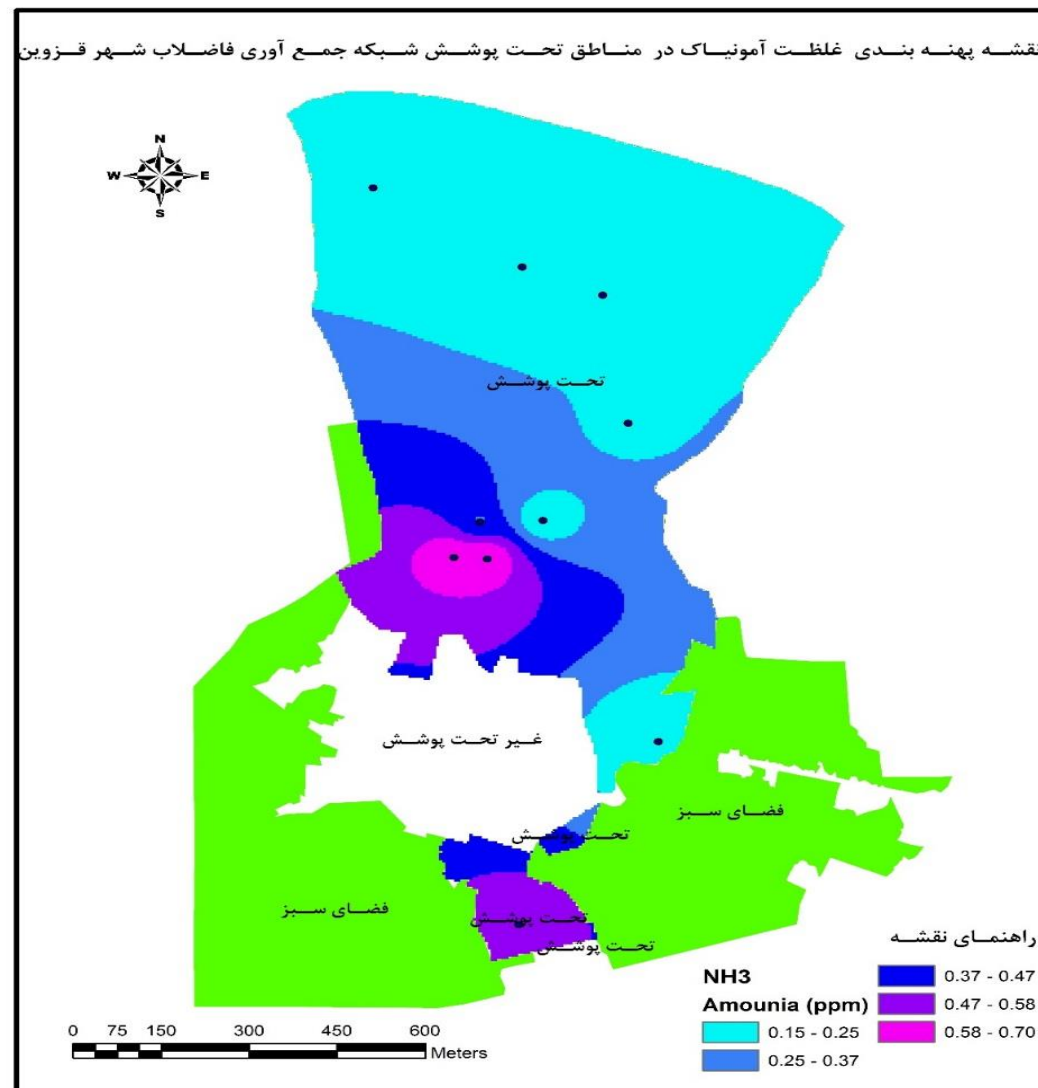
* طبق آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) رابطه بین اختلاف غلظت گاز سولفید هیدروژن در ایستگاه های مختلف نمونه برداری در شبکه جمع آوری فاضلاب شهری معنی دار نیست.

(P-Value = ۰/۰۹۵)

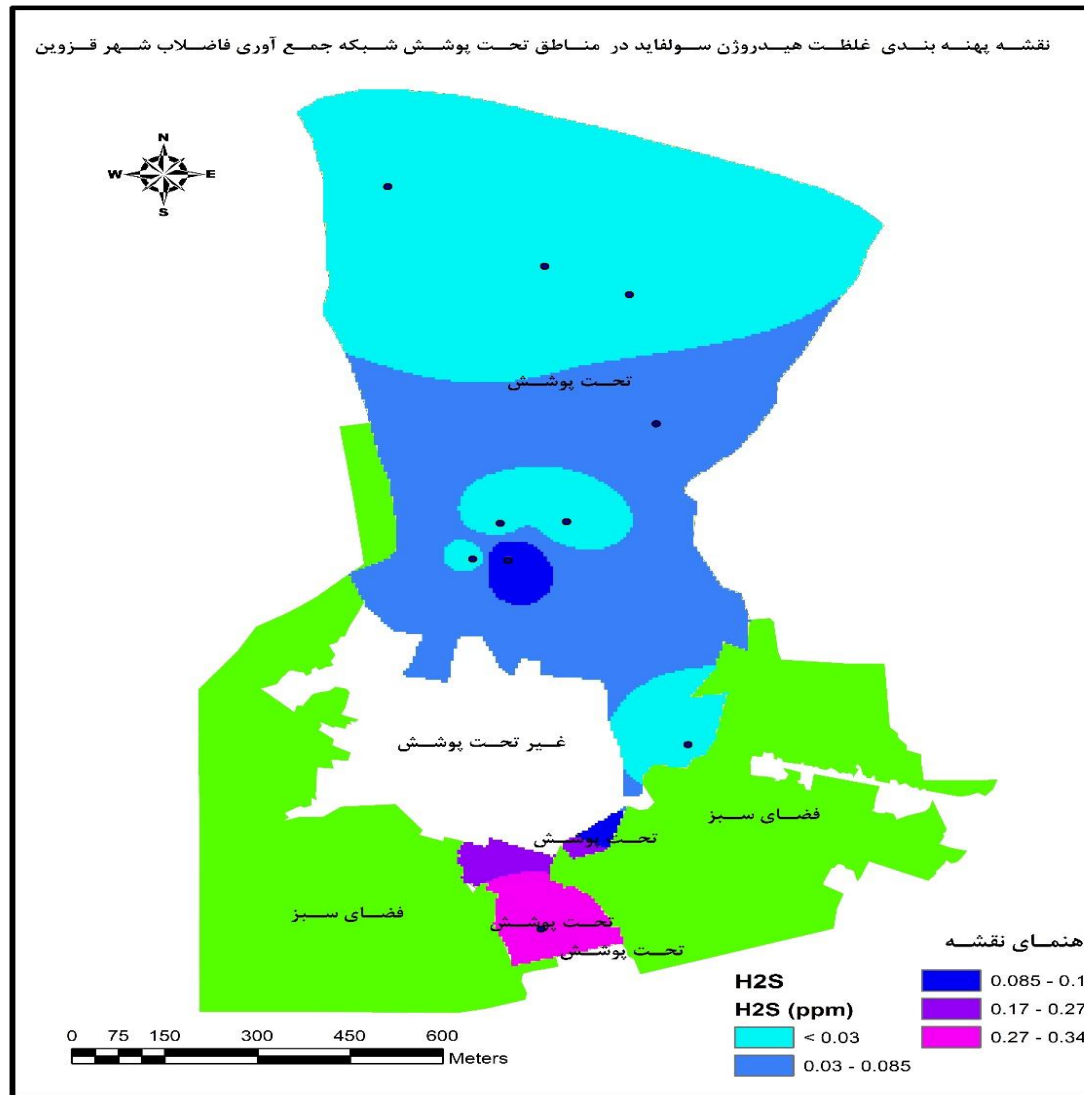
➤ طبق آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) اختلاف غلظت گاز آمونیاک در ایستگاه های مختلف نمونه برداری در تصفیه خانه فاضلاب شهری معنی دار است.

(P-Value = ۰/۰۰۰)

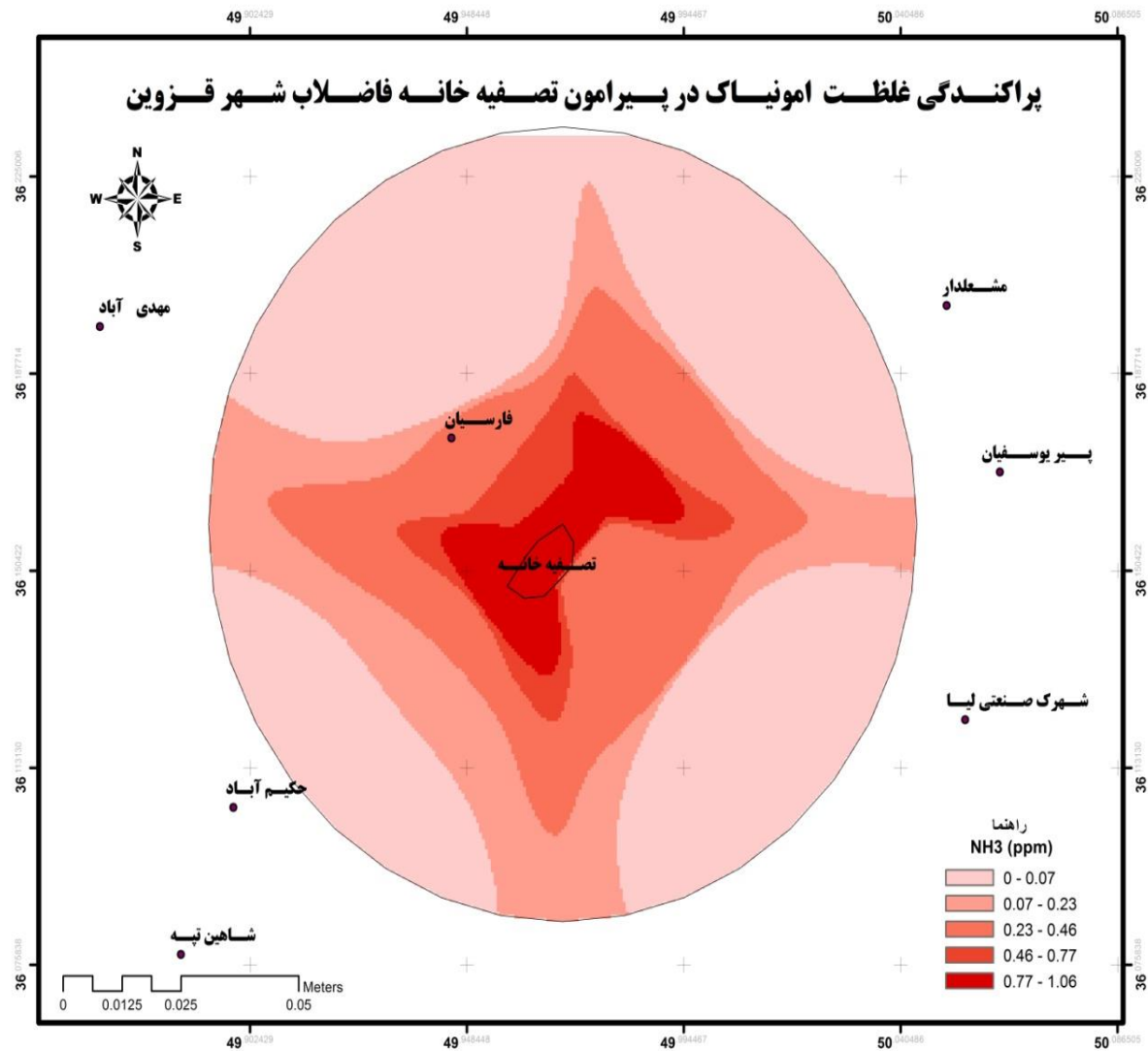
نقشه پهنه بندی غلظت گازهای آمونیاک و
سولفید هیدروژن در مناطق تحت پوشش شبکه
جمع آوری فاضلاب و تصفیه خانه



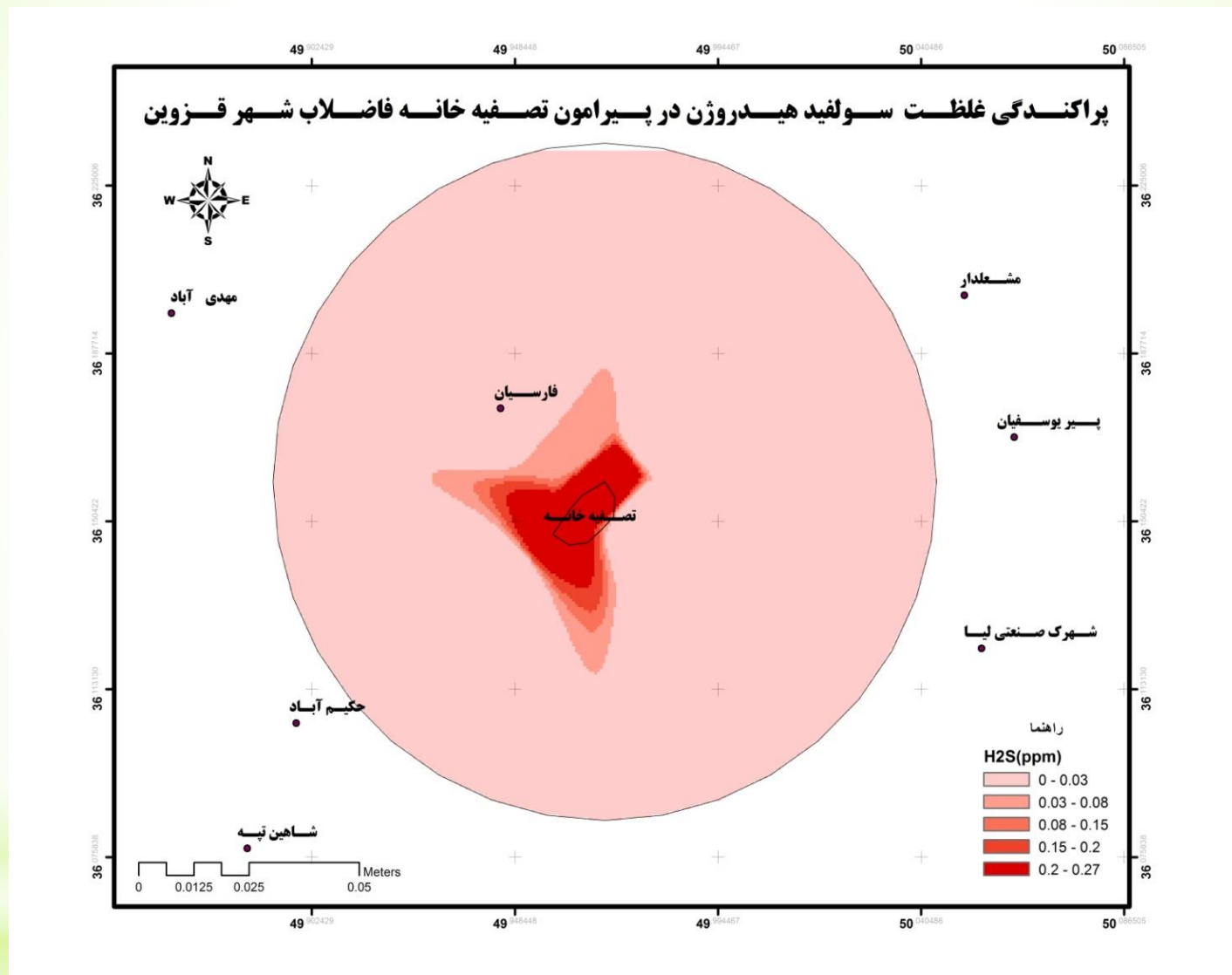
شکل ۱- نقشه پهنه بندی میانگین غلظت آمونیاک در مناطق تحت پوشش شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین



شکل ۲- نقشه پهنه بندی میانگین غلظت سولفید هیدروژن در مناطق تحت پوشش شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین



شکل-۳- نقشه پهنه بندی میانگین غلظت آمونیاک در تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین



شکل ۴- نقشه پهنه بندی میانگین غلظت سولفید هیدروژن در تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین

۵- بحث و نتیجه گیری

بررسی غلظت گازهای آمونیاک و سولفید
هیدروژن در جهت های مختلف در تصفیه
خانه فاضلاب

نتایج تحلیل واریانس (ANOVA) نشان داد رابطه معنی داری بین غلظت گازهای آمونیاک و سولفید هیدروژن در جهت های مختلف اطراف تصفیه خانه فاضلاب وجود ندارد.

➤ در جهت غربی غلظت گاز آمونیاک بیشترین مقدار را داشته است. در این قسمت ایستگاه پمپاژ فاضلاب می باشد و امکان انتشار گاز آمونیاک بیشتر است.

➤ جهت شمالی تصفیه خانه نیز از نظر غلظت گاز آمونیاک در مرتبه دوم قرار داشت. که دلیل این امر می تواند جهت وزش بادهای جنوب به شمال در این جهت باشد.

* غلظت گاز سولفید هیدروژن در جهت شمالی بیشترین مقدار را داشته است، که دلیل این امر می تواند جهت وزش بادهای جنوب به شمال در این جهت باشد.

* همچنین تجمع فضولات دامی ناشی از مرغ داری ها و دامداری های واقع در این قسمت می تواند دلیل افزایش این گاز در این جهت از تصفیه خانه باشد، که با مطالعه رونقی و همکاران در سال ۲۰۱۴ مطابقت دارد.

جهت غربی در مرتبه دوم قرار داشته که در این جهت، ایستگاه پمپاژ قرار دارد و وزش ملایم باد جنوبی، شمالی با مانع هایی مثل ساختمانهای اداری، نگهبانی و تأسیسات مواجه شده که باعث انحراف مسیر باد به جهت غربی شده و در نتیجه موجب افزایش غلظت گاز در این جهت شود.

جهت جنوبی از نظر غلظت گاز آمونیاک و سولفید هیدروژن در مرتبه سوم قرار می گیرد، که دلیل آن ممکن است وجود برکه تثبیت بی هوازی در این جهت باشد.

بخش شرقی نیز از نظر مقدار انتشار این گازها در مرتبه آخر بود. در واقع این قسمت شامل مراحل پایانی تصفیه بوده که فاضلاب پس از آن وارد مراحل کلر زنی و انتقال به بخش خروجی است و تجزیه مواد توسط میکروارگانیسم ها به حداقل می رسد،

که با مطالعه سالم و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت دارد.

بررسی غلظت گازهای سولفید هیدروژن و
آمونیاک در فصول مختلف در تصفیه خانه و
شبکه جمع آوری فاضلاب

براساس نتایج در شبکه جمع آوری و تصفیه خانه فاضلاب، فصل **تابستان** بیشترین و فصل زمستان کمترین مقدار غلظت سولفید هیدروژن را دارند.

با افزایش دمای هوا، فعالیت میکروبی شدت یافته و از طرفی میزان اکسیژن محلول کم می شود در نتیجه شرایط بی هوازی شده که باعث انتشار بیشتر این گاز از منهولهای شبکه جمع آوری و برکه های تصفیه خانه می شود، که با مطالعه مصداقی نیا و همکاران در سال ۲۰۰۳ و کیم و همکاران در سال ۲۰۱۲ در شبکه و با مطالعه سون و همکاران در سال ۲۰۰۹ و نیز مطالعه سانتوس و همکاران در سال ۲۰۱۲ در تصفیه خانه مطابقت دارد.

براساس **نتایج** در شبکه جمع آوری و تصفیه خانه فاضلاب مشاهده می شود که غلظت آمونیاک در فصل تابستان بیشتر از بقیه فصول بوده که بعد از آن به ترتیب فصول بهار، پاییز و زمستان قرار دارند.

که با مطالعه ستر و همکاران در سال ۲۰۰۷ در شبکه فاضلاب و مطالعه سون و همکاران و مطالعه سالم و همکاران در سال ۲۰۰۹ در تصفیه خانه مطابقت دارد.

بررسی غلظت گازهای سولفید هیدروژن و آمونیاک
در فواصل مختلف نمونه برداری برای اطراف تصفیه
خانه فاضلاب

طبق آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) رابطه بین اختلاف غلظت سولفید هیدروژن در فواصل مختلف اطراف تصفیه خانه فاضلاب معنی دار نبوده است.

ولی این رابطه برای اختلاف غلظت آمونیاک در فواصل مختلف اطراف تصفیه خانه فاضلاب معنی دار بوده است.

نتایج مطالعه استلاسی و همکاران در سال ۲۰۱۰ بر روی انتشار بو در تصفیه خانه فاضلاب شهر تارانتوی ایتالیا نشان داد که با افزایش فاصله محله های مسکونی از تصفیه خانه، شکایات ناشی از بو های نامطبوع کاهش می یافت، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

نتیجه گیری

• داده های به دست آمده از این مطالعه در مقایسه با مقادیر آستانه بو، برای سولفید هیدروژن و آمونیاک نشان دهنده حاکم بودن شرایط نامطلوب از نظر پتانسیل بالای ایجاد بو در اطراف تصفیه خانه بوده و سکونت گاههای اطراف در زمان عصر و در فصل های گرم مثل بهار و تابستان در معرض بوی ناشی از سولفید هیدروژن و آمونیاک قرار دارند.

* داده های به دست آمده از این مطالعه در شبکه جمع آوری فاضلاب در زمان عصر و فصل های گرم سال مثل بهار و تابستان مقادیر نشان دهنده حاکم بودن شرایط نامطلوب از نظر پتانسیل بالای ایجاد بو در این فصول است.

* برای گاز آمونیاک به ترتیب ایستگاه های چهار راه عمران، خیابان راه آهن، چهارراه بنیاد، خیابان دانشگاه و هادی آباد بیشترین مشکل بو را داشته اند.

* برای گاز سولفید هیدروژن نیز به ترتیب ایستگاه های خیابان راه آهن، چهارراه بنیاد، چهار راه عمران، خیابان دانشگاه، مینودر و هادی آباد بیشترین مشکل بورا داشته اند.

راهکارهای کنترل بو در تصفیه خانه و شبکه
جمع آوری فاضلاب

روشهای
شیمیایی



- تنظیم PH
- اکسیداسیون

روشهای
فیزیکی



- استفاده از پوششهای قابل انعطاف

روشهای
بیولوژیکی



- استفاده از بیوفیلتر

راهکارهای زیر برای کنترل بوی انتشار یافته

در شبکه جمع آوری فاضلاب شهر قزوین

پیشنهاد

می گردد

- محصور نمودن کلیه خطوط جمع آوری و انتقال؛ همچنین جلوگیری از احداث شبکه جمع آوری فاضلاب با شیب کم.
- از اتصال فاضلاب تعمیرگاهها و تأسیسات کوچک داخل شهر به شبکه جمع آوری جلوگیری گردد.
- حفظ شرایط هوازی در نقاط تولید بوهای نامطبوع در شبکه جمع آوری و لوله های طولانی اصلی مثل مناطق راه آهن، چهار راه عمران.

راهکارهای زیر برای کنترل بوی انتشار یافته
در تصفیه خانه فاضلاب شهر قزوین پیشنهاد
می گردد

- استفاده از از اکسیدان کلر و سایر ترکیبات آن در شرایط اضطراری جهت کنترل بوهای نامطبوع.
- تمیز نگه داشتن واحدهای مختلف تصفیه خانه از قبیل آشغالگیرها و نظافت اطراف تصفیه خانه و ایستگاه پمپاژ.
- درختکاری در اطراف تصفیه خانه جهت تصفیه هوا و جلوگیری از انتشار گازهای مولد بوی متصاعد شده از واحدهای تصفیه خانه.

- جمع آوری مواد شناور از سطح و کناره های برکه ها و دفن آنها.
- نصب هواده مکانیکی شناور در سطح برکه های موجود و تبدیل به لاگون هوادهی جهت تقویت فرایندهای تصفیه زیستی.
- جمع آوری گازهای متصاعد شده و تصفیه آنها توسط بیوفیلتر که به دلیل هزینه بالای اجرا و بهره برداری به عنوان آخرین راهکار پیشنهاد می گردد.

- Anet, B., M. Lemasle, C. Couriol, T. Lendormi, A. Amrane, P. Le Cloirec, et al (2013). "Characterization of gaseous odorous emissions from a rendering plant by GC/MS and treatment by biofiltration." *Journal of Environmental Management* **128**: 981-987.
- Armstrong, S. R. Green, L.C. (2004). "IS AMBIENT HYDROGEN SULFIDE A RISK TO HUMAN HEALTH?" *Proceedings of the Water Environment Federation*(3): 118-126.
- Asilian, H., M. S. Bagher, K. Hossein, P. Soghrat, S. Sayedjamaledin and S. Mohammad (2002). "Removal of ammonia from air using iranian natural (clinoptilolite) zeolites." *Chemical Engineering* **21**(2): 1-9.
- Bhawan, P. Nagar, A. (2008). "Guidelines on odour pollution & its control." Central Pollution Control Board. Ministry of environmental & forests, Govt. of India. Delhi.
- Bitton, G .(2005) .Wastewater microbiology, John Wiley & Sons.
- Busca, G. Pistarino, C. (2003). "Abatement of ammonia and amines from waste gases: a summary." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **16**(2): 157-163.
- Capelli, L., S. Sironi, R. Del Rosso and P. Céntola (2009). "Predicting odour emissions from wastewater treatment plants by means of odour emission factors." *Water Research* **43**(7): 1977-1985.
- Capelli, L., S. Sironi, R. Del Rosso, P. Céntola, A. Rossi and C. Austeri (2011). "Odour impact assessment in urban areas: case study of the city of Terni." *Procedia Environmental Sciences* **4**: 151-157.
- Capelli, L., S. Sironi, R. D. Rosso and J.-M. Guillot (2013). "Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling." *Atmospheric Environment* **79**: 731-743.
- Çelen, E. Kilic, M.A. (2004). "Isolation and characterization of aerobic denitrifiers from agricultural soil." *Turk J Biol* **28**(1): 9-14.
- Chang, J.-S., M. Abu-Orf and S. K. Dentel (2005). "Alkylamine odors from degradation of flocculant polymers in sludges." *Water Research* **39**(14): 3369-3375.
- Cho, K.-S., M. Hirai and M. Shoda (2004). "Enhanced removal efficiency of malodorous gases in a pilot-scale peat biofilter inoculated with *Thiobacillus thioparus* DW44." *Journal of fermentation and bioengineering* **73**(1): 46-50.

Dear Dr. Ali Arezoumand,

You have been listed as a Co-Author of the following submission:

Journal: Atmospheric Environment

Corresponding Author: Hamzeh Ali Jamali

Co-Authors: Ali Arezoumand; Hamid Karyab, Assistant's Professor; Mohammad Mehdi Emamjomeh, Associated Professor; Reza Ghanbari, Assistant's Professor; Saeed Omid; Zeynab Karimi

Title: Survey on odorous mineral gases in the air around the wastewater treatment plant: Case study in a stabilization pond

If you did not co-author this submission, please contact the Corresponding Author of this submission at hajamali@qums.ac.ir; jamalisadraei@yahoo.com; do not follow the link below.

An Open Researcher and Contributor ID (ORCID) is a unique digital identifier to which you can link your published articles and other professional activities, providing a single record of all your research.

We would like to invite you to link your ORCID ID to this submission. If the submission is accepted, your ORCID ID will be linked to the final published article and transferred to CrossRef. Your ORCID account will also be updated.

To do this, visit our dedicated page in EES. There you can link to an existing ORCID ID or register for one and link the submission to it:

<http://ees.elsevier.com/atmenv/l.asp?i=309331&l=P3AZJHLJ>

More information on ORCID can be found on the ORCID website, <http://www.ORCID.org>, or on our help page: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/2210/p/7923

Like other Publishers, Elsevier supports ORCID - an open, non-profit, community based effort - and has adapted its submission system to enable authors and co-authors to connect their submissions to their unique ORCID IDs.

Thank you,

Atmospheric Environment



اساتید محترم

جناب آقای دکتر کاووس دیندارلو
جناب آقای علی آرزومند
جناب آقای دکتر حمزه علی جمالی (نویسنده مسئول)

باسلام و احترام

با کمال خرسندی و افتخار، به استحضار می‌رساند مقاله جنابعالی و همکاران با عنوان:

« به کارگیری روش سطح پاسخ در بهینه سازی فرآیند انعقاد - لخته سازی برای تصفیه آب
صابون با استفاده از سولفات فریک و کلرور کلسیم »

توسط کمیته علمی و ارزیابان مجله علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار مورد پذیرش قرار
گرفت.

ضمن آرزوی توفیقات الهی برای آن شریف، دفتر مجله همچنان پذیرای دریافت مقالات دیگری از
سوی حضرت عالی می‌باشد.

یاسر تبرایی
مدیر مجله



ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی
شان آرام بخش آلام زمینی ام است:

به پدر و مادر عزیزم

و همسر مهربانم...

بوسه بر دستان مهربانتان





با تشکر فراوان از:

جناب آقای دکتر جمالی

استاد راهنمای گرامی

و جناب آقای دکتر کاریاب و جناب آقای دکتر امام جمعه

اساتید مشاور گرامی

و نیز با تشکر از:

ریاست محترم دانشکده بهداشت جناب آقای دکتر صفری
داوران محترم جناب آقای دکتر قنبری و جناب آقای دکتر کلهر
معاونت محترم پژوهشی دانشکده
معاونت محترم آموزشی دانشکده
کارشناسان محترم آزمایشگاه
کارکنان محترم کتابخانه و آموزش دانشکده



با تشکر از توجه شما

*اثرات بو

- ❖ اهمیت بو در غلظت های پایین در درجه اول مربوط به ایجاد تنش روانی در انسان است.
- ❖ بوهای زننده باعث کم اشتها، مصرف کمتر آب، اختلال در تنفس، تهوع و استفراغ و نیز آشفتگی ذهنی می شوند.
- ❖ در موارد بسیار شدید، این بوها منجر به کاهش روابط فردی و اجتماعی، اختلال در روابط انسانی، مانعی برای سرمایه گذاری و در نهایت کاهش سطح اقتصادی-اجتماعی و رشد می گردند.
- ❖ این مشکلات می توانند منجر به سقوط ارزش فروش و اجاره املاک، درآمدهای مالیاتی و تجاری منطقه نیز شوند.

منابع اصلی بوها در تأسیسات مدیریت فاضلاب

❖ **تأسیسات جمع آوری فاضلاب:** (شیرهای تخلیه هوا، منهول ها، ایستگاه پمپاژ فاضلاب خام).

❖ **تأسیسات تصفیه فاضلاب:** (آشغالگیرها، هوادهی مقدماتی، انتقال دانه، حوضچه های

یکنواخت سازی جریان، سپتیک ها، خطوط برگشتی، زلال ساز اولیه، فرایندهای رشد ثابت، حوضیه

هوادهی، زلال ساز ثانویه)

❖ **تأسیسات لجن و جامدات بیولوژیکی:** (مخازن تغلیظ لجن، هضم هوازی، هضم بی هوازی،

تأسیسات کمپوستینگ، بسترهای لجن خشک کن)

EBOD: در این رابطه BOD موثر می باشد.

به عنوان یک راه مناسب برای ترکیب دما و اثرات BOD است که معادله آن به شرح زیر است:

$$EBOD = BOD \times (1.07)^{T-20}$$

BOD5 : BOD استاندارد ، mg/l

T : دما بر حسب °C

1/07: فاکتور تجربی

جدول ۷- رابطه بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری برای غلظت آمونیاک در شبکه فاضلاب شهری

هادی آباد	سرداران	ولی عصر	مینودر	کوثر	بلوار دانشگاه بین الملل	راه آهن	خیابان دانشگاه	عمران	بنیاد	P- value
p=۰/۷۰۲	p=۰/۰۵۸	p=۰/۰۶۳	p=۰/۰۶۸	p=۰/۰۷۱	p=۰/۰۷۱	p=۰/۹۹۴	p=۰/۲۰۷	p=۱	*	بنیاد
p=۰/۶۰۹	p=۰/۰۴۰	p=۰/۰۴۴	p=۰/۰۴۷	p=۰/۰۴۹	p=۰/۰۴۹	p=۰/۹۸۴	p=۰/۱۵۳	*	p=۱	عمران
p=۰/۹۹۸	p=۱	p=۱	p=۱	p=۱	p=۱	p=۱	*	p=۰/۱۵۳	p=۰/۲۰۷	خیابان دانشگاه
p=۰/۹۹۶	p=۰/۴۲۷	p=۰/۴۵۰	p=۰/۴۶۶	p=۰/۴۷۹	p=۰/۴۷۹	*	p=۰/۷۸۱	p=۰/۹۸۴	p=۰/۹۹۴	راه آهن
p=۰/۹۵۴	p=۱	p=۱	p=۱	p=۱	*	p=۰/۴۷۹	p=۱	p=۰/۰۴۹	p=۰/۰۷۱	بلوار دانشگاه بین الملل
p=۰/۹۵۴	p=۱	p=۱	p=۱	*	p=۱	p=۰/۴۷۹	p=۱	p=۰/۰۴۹	p=۰/۰۷۱	کوثر
p=۰/۹۵۰	p=۱	p=۱	*	p=۱	p=۱	p=۰/۴۶۶	p=۱	p=۰/۰۴۷	p=۰/۰۶۸	مینودر
p=۰/۹۴۳	p=۱	*	p=۱	p=۱	p=۱	p=۰/۴۵۰	p=۱	p=۰/۰۴۴	p=۰/۰۶۳	ولی عصر
p=۰/۹۴۳	*	p=۱	p=۱	p=۱	p=۱	p=۰/۴۲۷	p=۱	p=۰/۰۴۰	p=۰/۰۵۸	سرداران
*	p=۰/۹۳۴	p=۰/۹۴۳	p=۰/۹۵۰	p=۰/۹۵۴	p=۰/۹۵۴	p=۰/۹۹۶	p=۰/۹۹۸	p=۰/۶۰۹	p=۰/۷۰۲	هادی آباد

جدول ۸- رابطه بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری برای غلظت آمونیاک در تصفیه خانه فاضلاب شهری (اعداد P-Value)

εK	۲K	+K	εK	۲K	+K	εK	۲K	K+جنوبی	εK	۲K	+K	p-value
غربی	غربی	غربی	شرقی	شرقی	شرقی	جنوبی	جنوبی		شمالی	شمالی	شمالی	
۰/۰۳۳	۰/۸۹۱	۰/۹۹۹	۰/۰۹۱	۰/۰۶۷	۰/۹۸۸	۰/۰۰۵	۰/۲۲۶	۱	۰/۰۳۸	۰/۹۹۹	*	k+شمالی
۰/۲۷۴	۱	۰/۸۶۴	۰/۵۰۳	۰/۴۲۳	۱	۰/۰۶۶	۰/۷۷۰	۱	۰/۲۹۷	*	۰/۹۹۹	۲K+شمالی
۱	۰/۷۹۸	۰/۰۰۳	۱	۱	۰/۵۰۳	۱	۱	۰/۱۳۱	*	۰/۲۹۷	۰/۰۳۸	εK+شمالی
۰/۱۱۸	۰/۹۹۱	۰/۹۷۶	۰/۲۶۳	۰/۲۰۷	۱	۰/۰۲۲	۰/۵۰۹	*	۱	۱	۱	K+جنوبی
۱	۰/۹۹۴	۰/۰۳۷	۱	۱	۰/۹۲۱	۰/۹۶۴	*	۰/۵۰۹	۱	۰/۷۷۰	۰/۲۲۶	۲K+جنوبی
۱	۰/۳۶۱	۰/۰۰۰	۰/۹۹۸	۰/۹۹۹	۰/۱۴۸	*	۰/۹۶۴	۰/۰۲۲	۱	۰/۰۶۶	۰/۰۰۵	εK+جنوبی
۰/۴۷۳	۱	۰/۶۷۵	۰/۷۲۶	۰/۶۴۷	*	۰/۱۴۸	۰/۹۲۱	۱	۰/۵۰۳	۱	۰/۹۸۸	K+شرقی
۱	۰/۸۹۶	۰/۰۰۵	۱	*	۰/۶۴۷	۰/۹۹۹	۱	۰/۲۰۷	۱	۰/۴۲۳	۰/۰۶۷	۲K+شرقی
۱	۰/۹۳۶	۰/۰۰۸	*	۱	۰/۷۲۶	۰/۹۹۸	۱	۰/۲۶۳	۱	۰/۵۰۳	۰/۰۹۱	εK+شرقی
۰/۰۰۲	۰/۳۷۳	*	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۶۷۵	۰/۰۰۰	۰/۰۲۷	۰/۹۷۶	۰/۰۰۳	۰/۸۶۴	۰/۹۹۹	K+غربی
۰/۷۷۲	*	۰/۳۷۳	۰/۹۳۶	۰/۸۹۶	۱	۰/۳۶۱	۰/۹۹۴	۰/۹۹۱	۰/۷۹۸	۱	۰/۸۹۱	۲K+غربی
*	۰/۷۷۲	۰/۰۰۲	۱	۱	۰/۴۷۳	۱	۱	۰/۱۱۸	۱	۰/۲۷۴	۰/۰۳۳	εK+غربی

فرآیندهای تجزیه زیستی که در راکتورهای تصفیه فاضلاب همانند برکه ها و لاگون ها اتفاق می افتد، تحت تاثیر درجه حرارت محیطی هستند. به طوری که به ازای هر ۱۰ درجه سانتی گراد افزایش دمای فاضلاب، سرعت واکنش های تجزیه زیستی تقریباً دو برابر می شود.

بنابراین در فصل های گرم، بوی ناشی از تجزیه زیستی بی هوازی بیشتر شده که باعث مشکلات بهداشتی برای کارکنان و ساکنین اطراف تصفیه خانه می گردد.

در این مطالعه مشاهده می گردد که در عصرها میزان گازهای آمونیاک و سولفید هیدروژن بیشتر است. این اختلاف در تصفیه خانه می تواند به علت گرمتر شدن هوا در عصرها و انتقال گرما از سطح تصفیه خانه (فرایند تبخیر)، باشد، که با مطالعه کاپلی و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطابقت دارد.

در شبکه نیز به علت کاهش تولید فاضلاب در عصرها و افت سرعت فاضلاب و همچنین افزایش زمان ماند، و کاهش اکسیژن محلول در شبکه باشد، که نتیجه با مطالعه کلیدنس و همکاران در سال ۲۰۰۸ و مطالعه مدرسی و همکاران در سال ۲۰۱۲ و نیز مطالعه ندافی و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت دارد.

با توجه به نقشه پهنه بندی میانگین غلظت آمونیاک در شبکه فاضلاب می توان استنباط نمود که:

غلظت آمونیاک در مناطق شمالی شهر در حداقل مقدار و در مناطق مرکزی و در بخش هایی از جنوب شهر و در خیابان راه آهن در بیشترین مقدار است.

گاز آمونیاک در روزهای گرم سال در مناطق مرکزی و جنوبی شهر و در محیط پیرامونی خطوط جمع آوری فاضلاب قابل استشمام خواهد بود.

با توجه به نقشه پهنه بندی میانگین غلظت سولفید هیدروژن در شبکه فاضلاب می توان استنباط نمود که:

بیشینه غلظت گاز سولفید هیدروژن در مناطق پیرامون منهول ها در محدوده خیابان راه آهن قابل شناسایی است.

در مناطق دارای غلظت بیشینه، مواجهه با گاز سولفید هیدروژن بالاتر از حد مواجهه در هوای آزاد می باشد.

با توجه به نقشه پهنه بندی میانگین غلظت آمونیاک در اطراف تصفیه خانه، می توان استنباط نمود که:

* پراکندگی آمونیاک در پیرامون تصفیه خانه یکنواخت و در جهات مختلف متناسب می باشد.

* بالاترین غلظت در داخل تصفیه خانه و در پیرامون لاگون قابل شناسایی است.

* بیشترین تاثیر آمونیاک بر کارکنان تصفیه خانه می باشد و این میزان بالاتر از مواجهه مجاز شغلی است.

* مواجهه با آمونیاک تا غلظت حداکثر ۴۶ / ۰ قسمت در میلیون در مناطق مسکونی پیرامون تصفیه خانه

در برخی از روزهای سال رخ می دهد، که این میزان بالاتر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی می باشد.

با توجه به نقشه پهنه بندی میانگین غلظت سولفید هیدروژن در اطراف تصفیه خانه، می توان استنباط نمود که:

* حداکثر پراکندگی گاز سولفید هیدروژن محدود به تصفیه خانه و پیرامون آن و تا شعاع ۵۰۰ متری است.

* در داخل تصفیه خانه و در مجاورت لاگون ها میزان مواجهه با این آلاینده بالاتر از رهنمودهای هوای آزاد است.

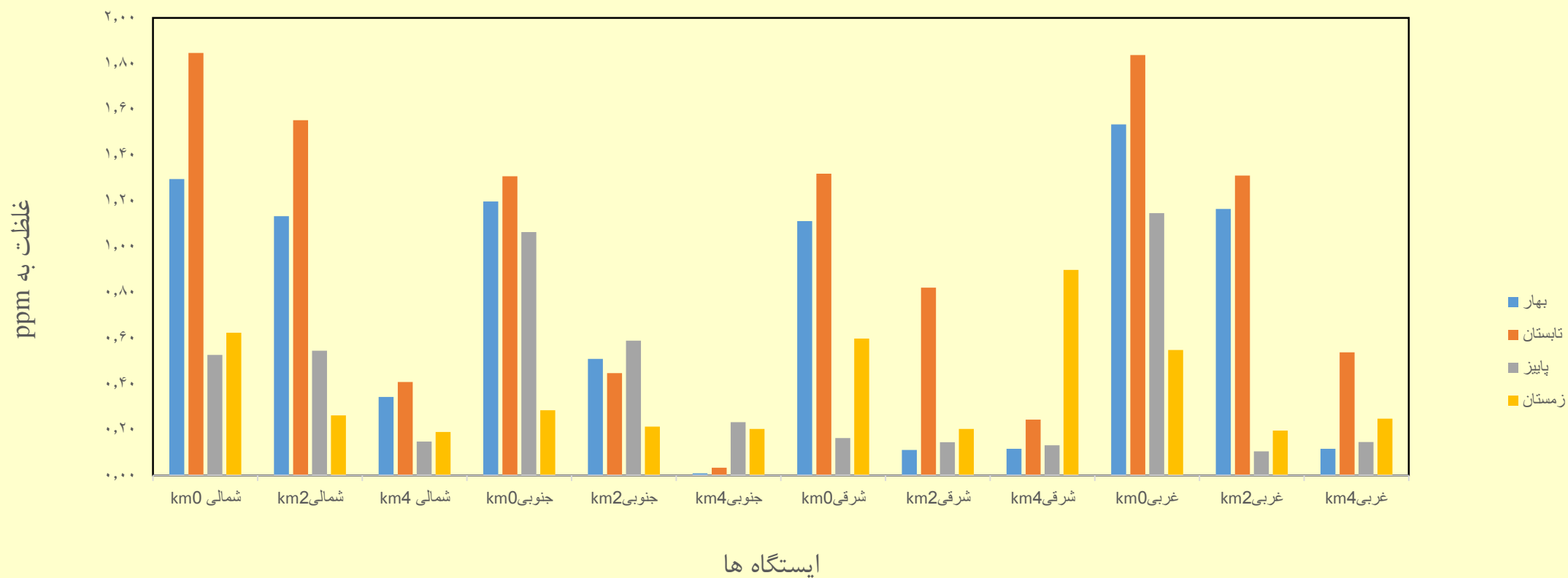
همچنین در مقایسه نتایج به دست آمده از اطراف تصفیه خانه فاضلاب با رهنمود سازمان بهداشت جهانی و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از نظر مواجهه، نتیجه گیری می شود که در فصل های گرم سال مقدار غلظت گاز سولفید هیدروژن بالاتر از حد مجاز است و مقدار غلظت گاز آمونیاک نیز در کلیه فصل ها بالاتر از حد مجاز است.

با توجه به مقدار غلظت این گاز ها در جهت های جغرافیایی، نتیجه می گیریم که مشکلات ناشی گازهای سولفید هیدروژن و آمونیاک بر سکونت گاههای واقع در بخش شمالی و غربی بیشتر است.

* همچنین در مقایسه میانگین نتایج به دست آمده از شبکه فاضلاب با رهنمود سازمان بهداشت جهانی و استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از نظر مواجهه، نتیجه گیری می شود که غلظت گاز آمونیاک در تمام ایستگاه ها بیشتر از حد استاندارد بوده است.

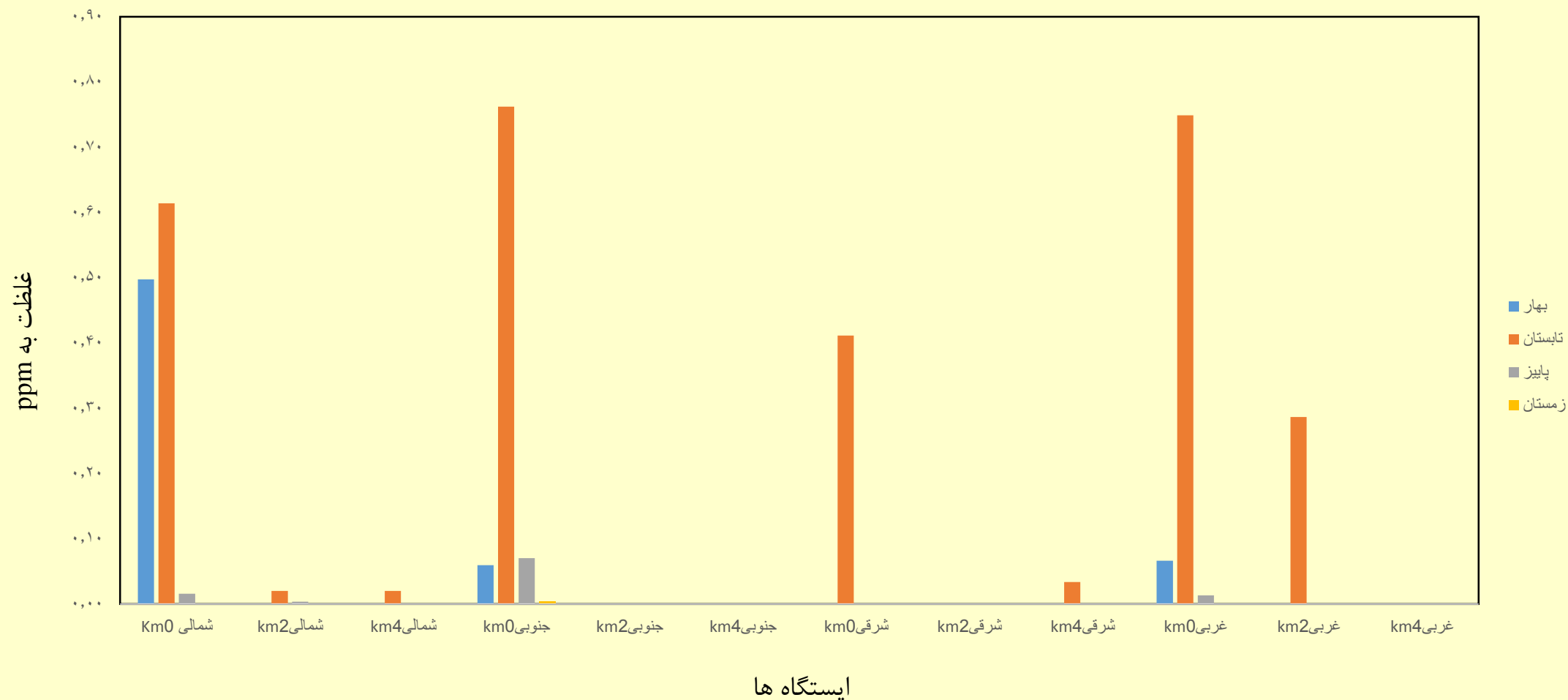
* برای گاز سولفید هیدروژن نیز ایستگاه های خیابان راه آهن، چهار راه بنیاد، چهار راه عمران، خیابان دانشگاه و مینودر بیشتر از محدوده مجاز بوده است.

غلظت آمونیاک در تصفیه خانه



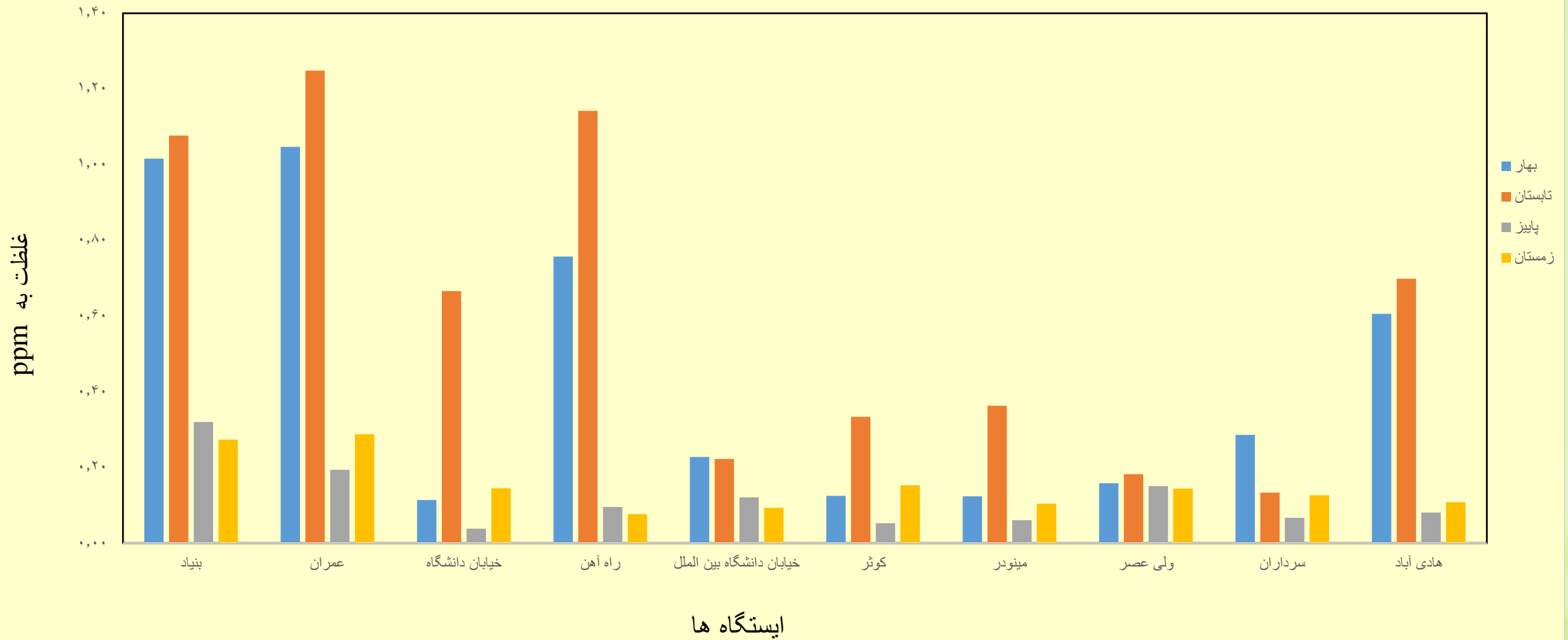
نمودار ۱- غلظت آمونیاک بر حسب فصول مختلف در اطراف تصفیه خانه فاضلاب

غلظت سولفید هیدروژن در تصفیه خانه



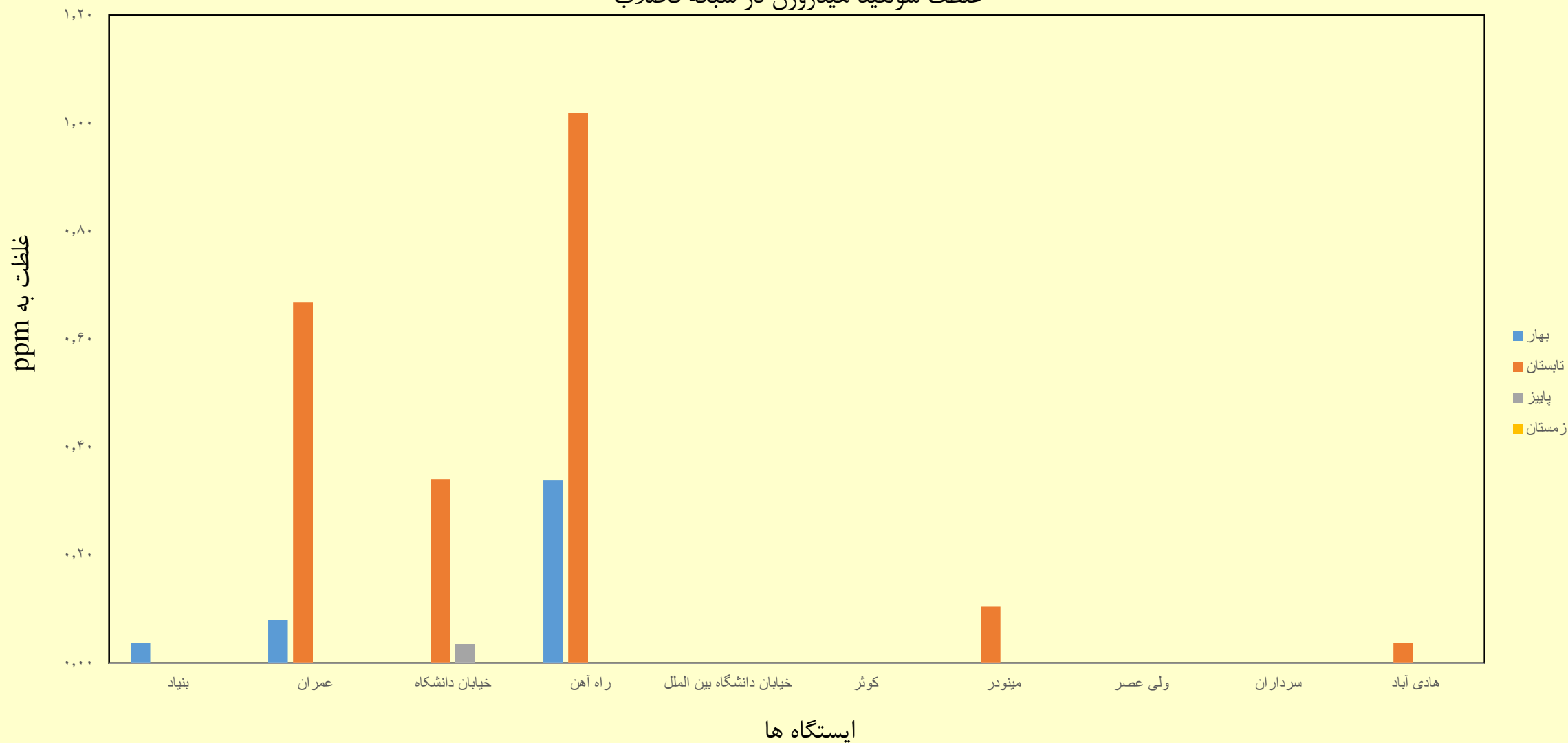
نمودار ۲- غلظت سولفید هیدروژن بر حسب فصول مختلف در اطراف تصفیه خانه فاضلاب

غلظت آمونیاک در شبکه فاضلاب



نمودار ۳- غلظت آمونیاک بر حسب فصول مختلف در شبکه جمع آوری فاضلاب

غلظت سولفید هیدروژن در شبکه فاضلاب



نمودار ۴- غلظت سولفید هیدروژن بر حسب فصول مختلف در شبکه جمع آوری فاضلاب

pH تاثیر مهمی بر روی تغییر شکل سولفید و آمونیاک در محلول های آبی دارد.
 H_2S فرم غالب در pH پایین تر از ۶ است.

وقتی PH بالا می رود، NH_3 زیاد می شود و در PH بالای ۸ NH_3 به میزان قابل توجهی می رسد.
بنابراین سولفید هیدروژن و آمونیاک در فرم گازی به ترتیب در PH کمتر از ۶ و بالای ۸ وجود دارند.
pH بهینه متانوژن ها بین ۶ تا ۷/۵ است. بنابراین تنظیم یا نگهداشتن pH بین ۶ تا ۷/۵ تشکیل هیدروژن سولفید و آمونیاک را مهار می کند.

اکسید کردن ترکیبات بو دار در فاضلاب یکی از رایج ترین روش های شیمیایی مورد استفاده برای کنترل بو است. کلر، ازن، پراکسید هیدروژن و پرمنگنات پتاسیم از جمله اکسیدان هایی هستند که تاکنون به کار برده شده اند. کلر و ترکیبات اکسیژنه کلر می توانند به فرم یون هیدروکلراید (ClO^-) در آب تبدیل شوند. هیدروکلراید حلالیت کمی در آب دارد و می تواند ترکیبات آلی و غیر آلی را اکسید نماید. همچنین کلر، توسعه و رشد لایه توده بیولوژیکی را محدود می کند.

مهمترین روش فیزیکی برای کنترل بو، استفاده از پوشش های قابل انعطاف است. برای این منظور از پوشش های پلی اتیلن و پلی پروپیلن استفاده می شود. این پوشش ها بر روی لاگون های بتونی و خاکی نصب می شوند تا ۷۶٪ انتشاربو را کنترل می کنند.

همچنین پوشش های نی، کاه و پوشال در کنترل بو موثر هستند.

به طور کلی روش های فیزیکی مشکل بو را به طور دائمی از بین نمی برند فقط می توان به صورت موقتی این مشکل را حل کرد.

بیوفیلتراسیون یک **فن آوری** جدید جهت کنترل آلاینده های هوا با قیمت پایین و بازدهی بالا می باشد که کاربرد آن به دلیل راهبری ساده و عدم ایجاد مواد زاید دفعی در سالهای اخیر توسعه قابل توجهی یافته است. برای نخستین بار در تصفیه بوهای ناشی از تصفیه فاضلاب، صنایع شیمیایی، واحدهای فرآوری مواد جامد، عملیات کمپوست و واحدهای تبدیل ضایعات پروتئینی بکار گرفته شد.

ترکیبات معدنی نظیر سولفید هیدروژن و آمونیاک به راحتی تحت واکنش های تخریب زیستی بیوفیلتر ها قرار می گیرند.